

Mise au point sur la lutte contre les foreurs du riz en Asie tropicale

Alex DELOBEL

Entomologiste ORSTOM,
ORSTOM, B.P. A5, Nouméa-Cedex, Nouvelle-Calédonie.

RÉSUMÉ

Si aujourd'hui la lutte contre les foreurs du riz est menée, en Asie du Sud-Est, principalement par voie chimique, la sélection de cultivars résistants et la mise en pratique de techniques culturales mieux adaptées devraient permettre une élévation notable des rendements. D'importants travaux de Recherche en matière de lutte biologique pourraient d'autre part apporter des solutions aux problèmes posés par une utilisation parfois abusive des pesticides.

MOTS-CLÉS : Lépidoptères - Foreurs du riz - Asie tropicale - Lutte chimique

ABSTRACT

Nowadays in South East Asia, rice stem borers are mainly controlled by the use of chemicals; the selection of resistant varieties and the use of more suitable cultural practices should allow a substantial increase in grain yield. Biological control is also promising but needs further studies.

KEY-WORDS : Lepidoptera - Rice stem borers - Tropical Asia - chemical control.

Le riz, culture vivrière essentielle des populations de toute l'Asie du Sud-Est, est dans cette partie du monde l'objet de recherches intensives visant à l'élévation générale des rendements. Le fait qu'elle se présente souvent en monoculture sur des vastes surfaces, qu'elle fasse appel à une forte technicité rend la culture du riz particulièrement vulnérable à de nombreux ennemis naturels.

Les entomologistes ont, dans ce domaine, un rôle éminent à jouer, ainsi que l'a montré une comparaison des rendements obtenus par des fermiers philippins (restés attachés aux pratiques culturales traditionnelles) à ceux obtenus en suivant les recommandations des conseillers agricoles locaux (IRRI, 1973) : l'augmentation de rendement due aux pratiques modernes est imputable pour 35 % — pendant la saison sèche — et 70 % — pendant la saison des pluies — à la maîtrise des populations d'insectes et des maladies (fig. 1).

Dans cet exemple précis, la maîtrise des insectes et des maladies amène une élévation de rendement de 1,2 t/ha, quelle que soit la saison. Les résultats sont plus probants lorsque la variété cultivée est sensible aux maladies et aux insectes, ou lorsque la zone de culture est particulièrement favorable à l'un ou à l'autre de ces derniers.

En Asie tropicale, les ravageurs partout considérés comme les plus dommageables aux rizières sont les Lépidoptères foreurs des tiges :

Chilo suppressalis Walker.

Chilotræa polychrysa Meyrick.

Tryporyza incertulas Walker.

Sesamia inferens Walker.

Tryporyza innotata Walker.

ainsi que des cicadelles (Homoptères), principalement *Nephotettix* spp. (Jassidae) et *Nilaparvata lugens* (Delphacidae).

Les Lépidoptères foreurs sont caractérisés, pendant leur vie larvaire, par deux périodes bien distinctes; pendant la première (premier et second stades en général), la larve est phyllophage et consomme le parenchyme des feuilles et de leurs gaines, tandis que durant le reste de la vie larvaire, l'insecte vit à l'intérieur de la tige, dont il se nourrit. Selon la précocité de l'attaque, on observe un flétrissement du cornet foliaire, puis le dessèchement du talle (« dead heart ») ou bien, si l'attaque est plus tardive, l'apparition d'épis de couleur blanche, vides de grains (« white head »). La nymphose a lieu en général à l'intérieur de la tige. L'adulte vit en moyenne de 2 à 6 jours, est attiré par la lumière et pond plusieurs centaines d'œufs sur le limbe des feuilles, ou entre gaine et tige.

L'objet de cette mise au point est de passer en revue les différentes techniques de lutte utilisées (ou pouvant l'être) en Asie du sud-est contre les foreurs du riz.

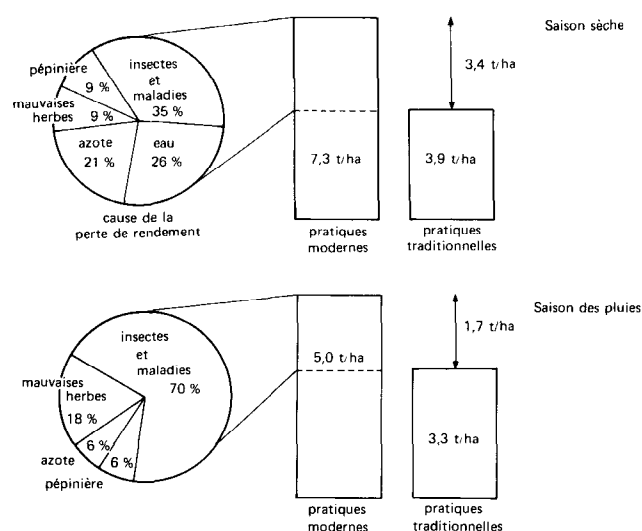


FIG. 1. — Augmentation de rendement imputable aux pratiques modernes de culture; saison sèche et saison des pluies 1972, province de Laguna, Philippines.

1. PRATIQUES CULTURALES.

1.1. FAUCHAGE PRÈS DU SOL.

Le but de cette opération est d'empêcher la migration des larves vers la base de la tige; on a en effet observé que les larves de nombreux foreurs, à l'approche de la récolte et sans doute sous l'effet de la dessiccation de la tige, migrent vers le sol où elles passeront la saison sèche. En général, plus la récolte sera tardive, plus grand sera le nombre de larves qui auront migré jusqu'au niveau du sol ou en-dessous (Li, 1972). Ce comportement diffère cependant notablement selon les espèces, ainsi que l'ont révélé des comptages effectués à la fin de la saison des pluies 1974 dans la région de Saïgon (Viet-Nam); le tableau I donne la localisation des

différentes espèces de foreurs la semaine précédant la récolte; on constate que, si les larves de *T. incertulas* et de *S. inferens* sont en majorité dans les quatre premiers entrenœuds, celles de *C. suppressalis* et de *C. polychrysa* sont, au contraire, en majorité dans les parties supérieures de la tige.

Il est donc clair que la pratique locale qui consiste à faucher au niveau du 4^e ou du 5^e entrenœud laisse dans le chaume au moins 26 % des larves de *C. suppressalis* et *C. polychrysa*, 70 % des larves de *Sesamia* et 77 % des larves de *Tryporyza*. En fauchant au niveau du sol, les chiffres ne seraient plus que 0, 10 et 7 % respectivement.

Les tiges laissées sur le champ ne doivent pas nécessairement être détruites, car seul un très faible pourcentage des larves contenues dans celles-ci parvient à regagner le chaume, la prédation par les fourmis jouant sans doute alors un très grand rôle.

1.2. DESTRUCTION DES CHAUMES.

La destruction des chaumes pendant l'intersaison permet d'éliminer les larves pendant leur quiescence et de réduire ainsi le niveau des populations qui apparaîtront à la saison suivante; c'est en quelque sorte un complément de la méthode précédente. Divers moyens ont été envisagés, parmi lesquels nous citerons le brûlis, l'inondation, le pâturage, le labourage, la destruction à la houe, l'arrachage à la main.

Li (1972) montre que les meilleurs résultats sont obtenus par brûlis ou par retournement des chaumes; cependant on ne peut brûler les chaumes qu'à la condition qu'ils soient suffisamment secs, ce qui ne se produit que tardivement, et parfois trop tard. Le labourage est une pratique coûteuse, peu aisée lorsque la rizière est encore très humide, mais qui donne d'excellents résultats. Le pâturage donne des résultats variables en fonction du temps de passage des animaux et de leur densité. Quant à l'inondation, elle n'est évidemment possible que si l'on dispose d'eau pendant l'inter-

TABEAU I

Localisation des différentes espèces de foreurs dans 180 tiges infestées, au moment de la récolte, province de Saïgon, Viet-Nam. Chiffres exprimés en pourcentage par espèce.

Foreurs	Entrenœuds						Total
	1 et 2	3	4	5	6	7 et +	
<i>S. inferens</i>	10	30	30	10	10	10	100
<i>T. incertulas</i>	7	46	24	7	13	3	100
<i>Chilo et Chilotræa</i>	0	12	14	16	30	28	100

saison ; elle doit être suffisamment prolongée pour donner des résultats satisfaisants, surtout lorsqu'il s'agit de *Tryporyza*. L'arrachage à la main donne bien sûr d'excellents résultats, mais il est pénible et très coûteux. Notons enfin qu'on recommande parfois le passage d'une lame à 3 cm sous la surface du sol ; les résultats sont généralement décrits comme excellents.

1.3. NETTOYAGE DES ABORDS.

Si l'on se place dans l'optique d'une lutte intégrée, une destruction totale des « stations refuges » sur une grande échelle risquerait de compromettre gravement l'évolution naturelle des populations d'insectes entomophages (parasites et prédateurs), ainsi privés pendant l'intersaison de leurs hôtes ou de leurs proies. Par contre, la destruction du riz subspontané et des autres graminées susceptibles d'héberger des foreurs sur les digues et dans les jachères avoisinantes pourrait être une mesure souhaitable, car elle permettrait de détruire en même temps de nombreuses larves et des gîtes potentiels pour de futures infestations.

1.4. SEMIS RETARDÉ.

On a observé, chez *T. innotata* comme chez *C. suppressalis*, une certaine simultanéité des sorties d'adultes au début de la saison humide : les foreurs ayant passé la saison sèche à l'état de larves du 6^e stade sortent de diapause et achèvent leur développement peu après les premières pluies. On a donc pensé qu'il était possible, en retardant suffisamment les cultures, d'échapper à cette première vague de pontes ; plusieurs conditions, pourtant, doivent être réalisées avant de pouvoir espérer un succès : l'opération doit être menée sur de très larges surfaces, sinon les parcelles semées dès les premières pluies constitueraient de véritables réservoirs à très forte densité de population ; il faut disposer d'eau d'irrigation en quantité suffisante ; une main-d'œuvre abondante est indispensable, pour que le retard initial ne s'accroisse pas par la suite ; il est nécessaire de connaître avec précision la date des premières sorties d'adultes, leur durée, la longévité des femelles ; il faut enfin que le retard que subiront les cultures de l'intersaison ne soit pas préjudiciable à leur rendement. Ajoutons que, bien souvent, il n'existe pas à proprement parler de « première vague de ponte » car les générations se recouvrent largement pendant toute l'année. Dans ces conditions, le succès d'un semis retardé reste assez aléatoire, et une telle opération ne doit être entreprise qu'en disposant de tous les éléments indispensables.

1.5. SEMIS DIRECT DANS LE CHAMP SUBMERGÉ.

Il semble que le riz semé directement en rizière inondée soit moins fortement attaqué par les foreurs, et en particulier par *Chilo suppressalis*, peut-être parce que les tiges ont un diamètre inférieur en début de végétation et qu'elles contiennent davantage de silice (Koyama *et al.*, 1968).

2. SÉLECTION VARIÉTALE.

On dispose actuellement de variétés possédant une très forte résistance aux divers foreurs, la résistance pouvant être définie comme « la capacité d'un cultivar donné de produire une récolte supérieure aux cultivars ordinaires au même niveau de population de l'insecte ».

Les sélectionneurs et les entomologistes distinguent couramment plusieurs types de résistances :

- la *non-préférence*, qui est un manque d'attractivité pour la découverte et la prise de nourriture, la ponte ou la pénétration larvaire, pour des raisons de structure physique ou de constitution chimique ;

- la *tolérance*, qui est due en général à une vigueur exceptionnelle de la plante, lui permettant de survivre à une infestation et de produire une récolte normale, voire supérieure à la normale ;

- l'*antibiose*, liée à la nature chimique ou au mode de croissance de la plante, qui lui permet de s'opposer au développement de l'insecte ;

- certains cultivars, enfin, ont la capacité d'échapper aux fortes infestations grâce à certains traits agronomiques tels que la *précocité* ou la *rapidité de maturation*.

On cherche en général à combiner dans un même cultivar plusieurs caractères de résistance ; on a constaté, en particulier, qu'étant donnée la rapidité d'apparition du symptôme « white head », l'antibiose ne se manifestait souvent qu'avec retard, lorsque les dégâts sont devenus irréversibles. La solution consiste donc à associer des caractères de non-préférence aux caractères d'antibiose, de façon à empêcher toute pénétration de l'insecte dans la plante.

Un problème sans doute plus complexe consiste à réunir dans le même cultivar les caractères de résistance, d'adaptabilité à des pratiques culturales plus ou moins évoluées, de rendement et de palatabilité qui le feront adopter par les riziculteurs.

Un exemple d'expérimentation au champ portant sur 7 variétés, effectuée aux Philippines pendant la saison des pluies 1972 est donné dans le tableau II.

TABLEAU II
Sensibilité aux foreurs et rendements de 7 variétés cultivées en parcelles expérimentales à Los Banos, Philippines.

Variétés	Pourcentage de "dead hearts"*	Pourcentage de "white heads"*	Rendement en t/ha
Rexoro	9,4	78,7	0,00
TN 1	7,2	1,6	0,26
IR 8	4,4	1,4	0,52
IR 24	3,2	6,1	2,36
IR 22	2,8	4,5	2,48
IR 20	1,9	1,8	4,12
IR 1514 A	1,4	1,6	5,08

* Ces pourcentages, calculés à partir des résultats d'observations effectuées à des moments particuliers de l'évolution de la culture (70 jours après le repiquage pour les « dead hearts », à la récolte pour les « white heads ») doivent être considérés comme des indices caractérisant la sensibilité ou la résistance variétale aux attaques des foreurs. Ils ne rendent pas compte du déroulement et de l'intensité globale réelle de ces attaques.

Ceci montre très clairement que, sans aucun traitement insecticide, les variétés les plus résistantes ont des rendements tout à fait honorables dans des conditions où des variétés plus sensibles sont partiellement — voire totalement — détruites.

Enfin, insistons sur l'intérêt que présente la diffusion sur de vastes zones rizicoles de variétés résistantes pour réduire de façon durable le niveau général des populations de foreurs et l'amener à n'avoir qu'une incidence négligeable sur les rendements dans les zones ainsi assainies.

3. LUTTE CHIMIQUE.

Le principal problème que rencontre la lutte chimique dans le cas particulier des foreurs provient du fait que ceux-ci sont très difficiles à atteindre, car protégés pendant la plus grande partie de leur développement à l'intérieur de la tige ; seuls les deux premiers stades larvaires (en général) sont accessibles aux traitements superficiels. L'œuf est caché à la face inférieure des feuilles le plus souvent, parfois même entre la tige et la gaine d'une feuille ; l'adulte peut être attiré par la lumière ou dans des pièges sexuels, mais les essais de réduction des populations adultes par cette voie ont été, jusqu'à présent, décevants. D'autre part, la rapidité d'élongation du végétal en pleine croissance fait qu'apparaissent très vite après une pulvérisation des surfaces indemnes de traitement insecticide, donc accessibles à de nouvelles infestations. Enfin, les fortes pluies tropicales ont souvent tendance à lessiver les insecticides foliaires et diminuent ainsi très sensiblement leur efficacité.

Les insecticides systémiques (ou endotherapiques) résolvent en grande partie ces difficultés ; c'est la raison pour laquelle ils sont considérés actuellement comme les mieux adaptés aux conditions particulières de la riziculture. Les recherches en matière d'insecticides s'orientent actuellement dans trois directions principales :

- sélection d'insecticides plus efficaces ;
- choix de formulations et de modes d'application assurant une efficacité maximale à l'insecticide dans des conditions culturales et écologiques données ;
- détermination des dates optimales d'application.

3.1. SÉLECTION DES INSECTICIDES.

Après les tests réalisés au laboratoire puis en serre, le stade final de l'expérimentation est mené en plein champ dans des parcelles expérimentales. Les conditions optimales sont réunies si la variété plantée est sensible aux foreurs et si l'on opère dans une région où les populations en sont particulièrement importantes (lorsque le niveau de population est trop faible, on aboutit en général à des résultats non significatifs). Les critères d'infestation sont les suivants :

- pourcentage de « dead hearts » dus à la présence de foreurs, mesuré 50 et / ou 70 jours après le repiquage ;
- pourcentage de « white heads », mesuré juste avant la récolte.

3.2. FORMULATIONS ET MODES D'APPLICATION.

Le marché fournit des poudres mouillables, des poudres solubles, des émulsions, des microgranulés, des granulés, des solutions miscibles à l'eau.

La préparation des granulés a connu, ces dernières années, d'intéressants développements (Okamoto, 1970) ; on peut trouver actuellement des granulés à dispersion plus ou moins lente, selon le but poursuivi : effet rapide et puissant visant à juguler une infestation ou bien protection prolongée d'une culture (dans ce dernier cas, la concentration en matière active des granulés est généralement supérieure) ; la protection ainsi assurée peut s'étendre sur deux ou trois ans dans le cas de riz pluvial (Carbofurane CRM 81).

Des granulés effervescents ont également fait leur apparition et donnent apparemment des résultats encourageants ; leur principal avantage est de produire une répartition homogène de l'insecticide dans la rizière où ils sont répandus ; il est possible également que le gaz carbonique qu'ils dégagent ait une action favorable sur la photosynthèse des plantes, le couvrant du feuillage assurant un certain « effet de serre ».

En 1973, les experts de l'IRRI ont mis au point un mode d'application des insecticides tout à fait original : il s'agit de capsules de gélose renfermant une faible dose d'insecticide systémique, enfouies dans le sol à proximité des racines. Après dissolution de la capsule, l'insecticide, entièrement protégé des agents atmosphériques de dégradation, est lentement absorbé par la plante, et assure une protection prolongée de la culture ; les résultats obtenus par cette méthode sont supérieurs à ceux obtenus par les méthodes conventionnelles, les doses nécessaires sont beaucoup moindres, puisqu'une seule application juste après le repiquage suffit ; néanmoins, le coût de l'opération reste très élevé.

3.3. PRINCIPAUX INSECTICIDES.

Nous donnons ici une liste des principaux insecticides utilisés en Asie tropicale dans la lutte contre les foreurs du riz ; cette liste est incomplète, puisque s'y ajoutent d'année en année un certain nombre de produits dont beaucoup sont très prometteurs (AC 64 475, Cartap, Cytrilane, etc.).

3.3.1. Organochlorés.

3.3.1.1. Hexachloro - 1, 2, 3, 4, 5, 6 cyclohexane.

On utilise son isomère gamma (gamma BHC, Sang gamma, Lindane). Ce produit, qui agit par contact et par ingestion, est aussi absorbé par la plante au niveau des racines et surtout de la gaine des feuilles et agit en montant par capillarité entre les tiges et les gaines foliaires.

Son emploi a été préconisé en Inde dans la lutte contre *T. incertulas* (Ganguli *et al.*, 1970), au Japon et aux Philippines contre *C. suppressalis* (Fukuda, 1964 ; IRRI, 1963, 1964, etc.), en Australie du nord contre *T.*

innotata (Li, 1972). Parce qu'il est très peu actif contre les cicadelles du riz, on l'associe souvent à d'autres insecticides de synthèse pour compléter son spectre d'action : MIPC (le produit commercial est nommé gamma mipcine), carbaryl (le produit commercial est le sevidol), unden, disulfoton, BPMC, etc. Recommandé jusqu'en 1970 par l'IRRI, le lindane est progressivement abandonné au profit du carbofuran, d'une efficacité générale et d'une rémanence plus grandes.

3.3.1.2. Endrine (Hexachloro - 1, 2, 3, 4, 10, 10 époxy - 6, 7 octahydro - 1, 4, 4 a, 5, 6, 7, 8, 8 a endo - 1, 4 endo - 5, 8 diméthanonaphthalène).

Il fut préconisé dès 1957 dans la lutte contre les foreurs du riz (Sengupta et Rout, 1957). On l'utilise, par aspersion d'une émulsion à 1,18 % de m. a., contre *T. innotata* en Australie (Li, 1970), à 0,04 % de m. a. aux Philippines (Bathak, 1964) et en Inde (Rao et Israël, 1964). Il agit uniquement comme insecticide de contact, et est pour cette raison pratiquement abandonné.

3.3.2. Organophosphorés.

3.3.2.1. Thiosphosphate de diéthyle et de paranitrophényle = Parathion éthyle (SNP, E. 605, etc.).

On l'a utilisé en pulvérisations foliaires à 0,04 % de m. a. contre *T. innotata* et *incertulas*, *C. suppressalis* et *C. polychrysa* et *S. inferens* (Prakasarao, 1970) ; cinq pulvérisations sont nécessaires pour obtenir un contrôle satisfaisant.

3.3.2.2. Thiophosphate de diméthyle et paranitrophényle = Parathion méthyle (Métacide, Folidol, Meptox, Mépaton, etc.).

Homologue diméthylé du parathion, il a l'avantage sur celui-ci d'être beaucoup moins toxique pour l'homme ; cependant, sa rémanence est inférieure (4 à 8 jours seulement). Il fut préconisé au Japon sous forme d'aspersions contenant 0,04 % de m. a. (Kawada, 1964).

3.3.2.3. Thiophosphate de diméthyle et de méthyl-3 méthylthio-4 phényle = Fenthion (Mercaptophos, Lebaycid, etc.).

Il contrôle efficacement *C. suppressalis* lorsqu'il est appliqué à l'eau de la rizière ; on l'utilise en Corée sous forme de granulés à 5 % de m. a. répandus dans l'eau à la dose de 3 ou 4 kg/1000 m².

3.3.2.4. Phényl thionophosphate d'éthyle et de paranitrophényle = E.P.N.

Cet insecticide agit par contact et par ingestion, et fut utilisé au Japon sous la forme d'aspersion d'un produit contenant 0,04 % de m. a. (Kawada, 1964).

3.3.2.5. Phosphate de diéthyle et de chloro-2 (dichloro 2,4 phényle) - 1 vinyle = Chlorfenvinphos (Birlane).

Le chlorfenvinphos a été préconisé aux Philippines, dans la lutte contre *T. incertulas*, par application à la dose de 8,3 l/ha d'une émulsion contenant 24 % de m. a. (Aballos, 1969). Il est également efficace contre *C. suppressalis* lorsqu'il est appliqué, sous forme de granulés, à l'eau de la rizière (IRRI, 1970).

3.3.2.6. Thiophosphate de diéthyle et d'isopropyle - 2 méthyle - 6 pyrimidile = Diazinon (Basudin, etc.).

Systémique, il est très actif contre les foreurs en général ; on l'a utilisé au Viet-Nam sous forme de granulés contenant 10 % de m. a., répandus dans l'eau de la rizière à la dose de 10 kg/ha, tous les 20 jours en commençant 5 jours après le repiquage. En Inde, on l'utilise contre *T. innotata*, *T. incertulas*, *C. suppressalis* et *S. inferens* sous forme de granulés à la dose de 1,25 kg/ha, 25 et 75 jours après le repiquage. On l'utilise parfois aussi en aspersions foliaires d'un produit à 0,06 % de m. a. On a tendance aujourd'hui à abandonner le diazinon parce que, depuis 1970, les cicadelles (*N. lugens* en particulier) développent des gènes de résistance à cet insecticide.

3.3.2.7. Dithiophosphate de 0,0 - diméthyle et de S - (méthyl carbamoyl - méthyle) = Diméthoate (Rogor).

Insecticide très peu toxique pour l'homme, fortement systémique, à rémanence étendue. On l'utilise aux Philippines par aspersion foliaire d'un produit à 0,04 % de m. a. (1000 l/ha environ) ou en mélangeant des granulés à l'eau (2 kg de m. a./ha) tous les 20 jours, en commençant 15 jours après le repiquage, contre *C. suppressalis*.

3.3.2.8. Diméthylphosphate de 2 - méthoxycarbonyl - 1 - méthylvinyle = Mevinphos (Phosdrin).

C'est un très puissant insecticide systémique, à rémanence très faible : 90 % du produit appliqué sur un végétal disparaît dans les deux jours suivant le traitement. Il est de plus très toxique pour les mammifères. Il est recommandé pour la lutte contre les chenilles mineuses en général à la dose de 60 à 120 g de m. a./ha.

3.3.2.9. Bis - (dithiophosphate 0,0 - diéthylique) de S,S' - méthylène = Diéthion (Ethion, Nialate).

Liquide non volatil, systémique à très forte rémanence, peu toxique pour l'homme ; on recommande son

utilisation à la dose de 250 g de m. a./ha contre les chenilles mineuses.

3.3.3. Carbamates.

3.3.3.1. N-méthylcarbamate de (2 isopropoxy - phényle) = Baygon.

C'est un solide blanc cristallin, parfois utilisé au Viet-Nam à la dose de 11 kg de m. a./ha, sous forme de granulés à 15 % de m. a.

3.3.3.2. Méthylcarbamate de dihydro - 2,3 diméthyl - 2,2 benzofuranyle - 7 = Carbofuran (Furadan).

L'efficacité de ce carbamate puissamment systémique contre les insectes du riz a été reconnue dès 1969, et on le considère actuellement comme l'insecticide le plus efficace et le mieux adapté à la riziculture. Toutes les formulations testées se sont révélées efficaces : aspersion foliaire d'une solution à 0,05 % de carbofuran (sous forme de poudre mouillable à 75 % de m. a.) ; mélange à l'eau de la rizière de granulés à la dose de 2 kg de m. a./ha (granulés à 3 % de m. a.) tous les 20 jours ; application au niveau des racines de gélules au taux de 2 kg de m. a./ha, soit 12,5 mg de m. a. par touffe environ.

3.4. INCONVÉNIENTS DE LA LUTTE CHIMIQUE.

Les dangers des insecticides ont été mis suffisamment en évidence ces dernières années pour qu'il soit inutile d'y revenir en détail ; notons simplement que certains insecticides (en particulier les organochlorés et les organophosphorés) sont des poisons pour l'homme et les autres mammifères, pour les oiseaux, les poissons, la faune du sol et des eaux.

L'apparition au bout d'un nombre plus ou moins élevé de générations, de lignées dites « résistantes » est un autre facteur limitant de l'utilisation des insecticides.

De nombreux produits ont déjà donné lieu au développement d'un tel phénomène, en particulier l'HCCH et l'endrine parmi les organochlorés ; la résistance acquise vis-à-vis des organophosphorés est en général plus faible, bien que certaines souches de *N. lugens* (Homoptère, *Delphacidae*) présentent une résistance élevée au diazinon. Cependant, en ce qui concerne les foreurs des graminées, aucun phénomène de résistance ne semble avoir été signalé jusqu'à présent.

Ajoutons enfin que le coût élevé des produits insecticides rend ceux-ci inaccessibles à bien des riziculteurs et qu'il impose aux autres des limitations très strictes dans leur emploi.

4. LUTTE BIOLOGIQUE.

4.1. DÉFINITIONS.

Selon Beirne (1963), la lutte biologique est « l'utilisation par l'homme d'organismes vivants afin de réduire ou d'éliminer les dommages causés par des organismes vivants à l'homme ou à ce qu'il possède ». La lutte biologique contre les insectes comporte plusieurs facettes :

— *Lutte par insectes entomophages* (prédateurs et parasites) : soit en cherchant à élever le niveau des populations indigènes (par élevage de masse, puis lâchers « inondatifs » ou en rendant l'environnement aussi favorable que possible au développement de l'insecte entomophage), soit en introduisant des entomophages exotiques ;

— *lutte microbiologique* : par multiplication puis dispersion dans la nature de souches de virus, bactéries, protozoaires, champignons doués d'un pouvoir pathogène à l'égard du ravageur ;

— *lutte biologique par nématodes* ;

— *lutte autocide* : par lâchers de mâles stérilisés ou par introduction de gènes léthaux dans une population de ravageurs.

Une opération de lutte biologique exige avant tout une connaissance aussi parfaite que possible des populations de ravageurs dans les différents milieux où l'on se propose d'intervenir, une parfaite connaissance de l'agent que l'on se propose d'introduire ou de multiplier, une connaissance approfondie du milieu et des équilibres naturels qui se perpétuent en son sein. Ces trois exigences impliquent des travaux de recherche préalables souvent longs et coûteux ; à l'issue de ces travaux, il faudra disposer de laboratoires spécialisés, capables de multiplier l'entomophage ou l'entomopathogène choisi, ou encore de produire des mâles stériles à un rythme suffisamment élevé.

4.2. TENDANCES ET PERSPECTIVES.

Les tentatives de lutte biologique contre les foreurs du riz en Asie tropicale sont bien peu nombreuses, si on les compare à celles menées en Europe, aux Etats-Unis, dans les Caraïbes ou à Hawaii, par exemple ; les introductions de parasites effectuées au Japon, quoique nombreuses, ne peuvent servir d'exemple aux pays d'Asie du sud-est, tant y sont différentes les conditions naturelles. Les raisons de ce retard tiennent sans doute en grande partie à une méconnaissance à peu près généralisée des biocoenoses de la rizière dans cette partie du monde.

4.2.1. Utilisation des parasites et prédateurs indigènes.

4.2.1.1. Parasites.

Nishida et Torii (1970) donnent des clefs d'identification pour les principaux Hyménoptères parasites des foreurs du riz en Asie ; sur la cinquantaine d'espèces citées, 34 peuvent être rapportées à l'Asie tropicale. Li (1970) a dénombré en Australie 20 espèces de parasites (en majorité des Hyménoptères) de *T. innotata*, *C. suppressalis*, *C. polychrysa* et *Bathytica truncata* ; aux Philippines, les parasites les plus couramment rencontrés sont des Hyménoptères : *Apanteles schoenobii*, *Xanthopimpla stemmator* et *Tetrastichus* sp. ; Rothschild (1972) donne une liste des parasites de foreurs du riz en Malaisie, appartenant aux genres *Telenomus*, *Tetrastichus*, *Trichogramma*, *Bracon*, *Apanteles*, *Rhaconotus* et *Xanthopimpla*.

On peut classer, selon le stade de l'hôte qui est attaqué, les parasites de foreurs en trois catégories :

PARASITES DES ŒUFS :

Hyménoptères *Proctotrypoidea* : *Scelionidae*
(genres *Telenomus*, *Platytenomus*, etc...)

Hyménoptères *Chalcidoidea* : *Eulophidae*
(genre *Tetrastichus*)

Hyménoptères *Ichneumonoidea* : *Braconidae*
(genre *Chelonus*)

PARASITES DES LARVES :

Hyménoptères *Braconidae* : *Braconinae* (ectoparasites de larves paralysées)
(genre *Bracon*)

Doryctinae (ectoparasites de larves paralysées)
(genre *Rhaconotus*)

Microgasterinae (endoparasites)
(genres *Apanteles*, *Microgaster*, etc...)

Hyménoptères *Ichneumonidae* : *Ophioninae* (endoparasites)
(genres *Enicospilus*, *Venturia*, *Diadegma*, etc...)

Hyménoptères *Bethylidae*

Diptères *Tachinidae* (surtout *Dexiinae*)
(genres *Sturmiopsis*, *Winthemia*)

PARASITES DE CHRYSALIDES :

Hyménoptères *Ichneumonidae* : *Pimplinae*
(genres *Itopectis*, *Xanthopimpla*, etc...)

Hyménoptères *Chalcidoidea* *Eulophidae*
(genre *Tetrastichus*)

Il est bien difficile de se faire une opinion précise sur l'importance réelle de ces parasites, car les chiffres varient dans de fortes proportions selon l'auteur, la région considérée et la saison. Aux Philippines, les chiffres varient de 0 à 80 % pour ce qui concerne le parasitisme des œufs, avec deux maxima en mai et décembre ; le parasitisme des larves et des chrysalides

varie de 0 à 18 %, avec deux pics en mai-juin et janvier-février (IRRI, 1973). Au Viet-Nam, un recensement pratiqué en décembre 1974 montre qu'à la veille de la récolte, 1 % seulement des larves et des chrysalides sont parasitées.

Il est souhaitable que de tels recensements puissent être réalisés dans tous les pays du sud-est asiatique, non seulement pour avoir une connaissance générale de la faune parasitaire et de sa répartition dans l'ensemble de la région, mais aussi et surtout afin de déterminer les agents les plus efficaces, qu'on pourra éventuellement exporter d'une « île écologique » à l'autre (voir le chapitre « introduction de parasites exotiques »).

4.2.1.2. Prédateurs.

Les données concernant la prédation sont encore moins nombreuses, et restent toujours purement qualitatives ; on considère généralement en Asie du sud-est que les araignées ont une action prédatrice très importante (sur les jeunes larves et les adultes), mais aucun inventaire de leurs très nombreuses espèces ne semble avoir été entrepris. Au Japon, deux Hémiptères *Anthocoridae* jouent un rôle important dans la limitation de *Chilo suppressalis* (Chu, 1969). On rencontre d'autre part au Viet-Nam un Coléoptère Carabide, *Ophiones indica*, dont les larves sont fréquentes à l'intérieur des galeries de foreurs et semblent se nourrir en partie des jeunes larves de ces derniers. En fin de saison, on trouve souvent les nids de quelques espèces de fourmis dans des galeries ; il est probable que celles-ci se nourrissent également des larves et surtout des chrysalides de foreurs. Enfin, l'activité prédatrice de certains oiseaux insectivores ou à régime mixte n'est peut-être pas négligeable, mais aucune donnée n'est disponible à ce sujet.

4.2.1.3. Entomopathogènes.

On a identifié en Asie plusieurs types de viroses, de champignons entomopathogènes ainsi que deux protozoaires qui s'attaquent à différents foreurs. En décembre 1974, dans la région de Saïgon, 7 % des larves de divers foreurs étaient infestées par un champignon non identifié, peut-être du genre *Beauveria* ; Yen (1967) a découvert et identifié à Formose un champignon parasite de *Chilo suppressalis*, appartenant au genre *Cephalosporium* ; après injection d'une suspension de spores de ce champignon, les chenilles cessent de se nourrir en 4 à 5 jours et meurent au bout d'une semaine.

Quoiqu'il en soit, les données actuellement disponibles en matière d'agents bénéfiques indigènes restent très insuffisantes ; seul l'établissement de tables

de vie précises pour chaque espèce de foreur, dans chaque type de milieu et pendant plusieurs années successives peut permettre de déterminer pour chaque espèce d'entomophage son importance véritable au sein de la biocoenose de chaque foreur.

4.2.2. Introduction de parasites exotiques.

Ici encore, les références sont bien peu nombreuses ; les premières tentatives d'introduction remontent pourtant aux années 1920 et furent réalisées par des entomologistes hollandais dans l'île de Java ; on peut citer par la suite l'introduction, de Chine à Java, de *Bracon chinensis* contre diverses espèces de *Chilo*. Mais aucune de ces tentatives précoces ne fut, semble-t-il, couronnée de succès. Diverses espèces de *Trichogramma* furent plus tard introduites dans différentes régions de l'Asie (en Inde, en Malaisie...), sans plus de succès. Tout récemment, les entomologistes de l'IRRI ont tenté plusieurs opérations contre *C. suppressalis* et *S. inferens* aux Philippines, par l'introduction de *Pediobius furvus*, *Trichogramma fasciatum*, *Macrocentrus turkestanicus* et *Apanteles flavipes*, mais aucun de ceux-ci n'a pu s'établir (IRRI, 1969). En 1972 enfin, un Diptère Tachinide, *Metagonistylum minense*, a été introduit du Brésil aux Philippines contre *C. suppressalis* et *C. polychrysa*, mais sans succès (Kamran, 1972).

Cette longue liste d'échecs ne doit cependant pas conduire à une condamnation sans appel de cette technique de lutte ; en réalité, les échecs peuvent souvent s'expliquer pour des raisons qui ne mettent pas en cause directement l'efficacité de la technique : mauvais état de la souche à son arrivée à destination, perte de la souche pendant les quelques mois suivant son arrivée au laboratoire de quarantaine, parfois par simple manque d'hôtes, lâchers effectués à une période où un nombre trop faible d'hôtes a atteint le stade réceptif, conditions atmosphériques léthales lors du lâcher, etc... Il est donc utile d'insister sur la nécessité d'une connaissance approfondie de la biologie et de l'éthologie du parasite, de l'écologie de son milieu d'origine et de son milieu d'accueil ; on devra tenir compte, en particulier, du fait que la rizière d'Asie tropicale constitue un milieu très artificiel, extrêmement modifié, qui met en relief les problèmes de sauvegarde des stations refuges et des populations d'hôtes secondaires.

4.2.3. Utilisation des mâles stériles.

Rappelons que le principe de cette technique consiste à élever artificiellement le taux de mâles stériles dans une population naturelle de façon à obtenir, au bout d'un certain nombre de générations, une diminution importante de cette population, voire sa disparition

complète. Deux voies sont possibles pour obtenir le taux approprié d'insectes stériles dans une population :

- soit par stérilisation au laboratoire (par irradiation ou par voie chimique) de grandes quantités de mâles qu'on lâchera aussitôt après leur stérilisation ;
- soit par stérilisation des populations naturelles sur le terrain au moyen de chémostérilisants associés à des attractifs puissants.

C'est cette dernière voie qui semble la plus rationnelle dans le cas des foreurs du riz, parce qu'elle est plus souple et qu'elle nécessite moins d'investissements que la première. On n'en est cependant encore qu'au stade de l'expérimentation dans un cas comme dans l'autre ; *C. suppressalis*, en particulier, a fait l'objet d'études préliminaires en ce qui concerne sa sensibilité aux rayons gamma de l'isotope 60 du Cobalt (Chung et Ryu, 1971).

Manuscrit reçu au Service des Publications le 23 mars 1977

BIBLIOGRAPHIE

- ABALLOS (R.S.), 1969. — Effects of different chemicals against the yellow rice stem borer, *Tryporyza incertulas* Wlk. *Philippine J. Plant Industry*, 33 (1/2) : 15-21.
- BEIRNE (B.P.), 1963. — The meaning and definition of « biological control ». *Entomophaga*, 8 (4) : 237-244.
- CHU (Y.), 1969. — On the bionomics of *Lyctocoris beneficus* and *Xylocoris galactinus*. *J. Fac. Agric., Kyushu Univ.*, 15 (1) : 1-136.
- CHUNG (K.H.) & RYU (J.), 1971. — Etude de la lutte contre le foreur du riz par la technique du mâle stérile. I. Radiosensibilité du foreur du riz *Chilo suppressalis* Wlk. *Korean J. Plant Prot.*, 10 (2) : 117-120.
- FUKUDA (H.), 1964. — Mode of action, translocation, oxydation and decomposition of insecticides within the rice plant. Dans *Major Insect Pests of the Rice Plant. Proc. Symp. Intern. Rice Res. Inst. Philippines*, 305-316. (John Hopkins Press, Baltimore, (1967)).
- GANGULI (R.N.), ROY (D.R.) & ROY-CHOUDHURY (A.K.), 1970. — Control of rice - stem borer (*Tryporyza incertulas* Wlk.) by granular insecticides in Tripura. *Ind. J. Ent.*, 32 (1) : 94-96.
- KAMRAN (M.A.), 1972. — Introduction of the Amazon fly in the Philippines for biological control of rice borers. *Environ. Ent.*, 1 (4) : 527-528.
- KAWADA (A.), 1964. — Developments in insecticide control of the rice stem borer in Japan. Dans *Major Insect Pests of the Rice Plant. Proc. Symp. Intern. Rice Res. Inst. Philippines*, 325-334 (John Hopkins Press, Baltimore, 1967).
- KOYAMA (T.) & TSURUMACHI (M.), 1968. — Lutte contre les cicadelles par épandage d'insecticides dans l'eau de la rizière. *Jap. J. Appl. Ent. Zool.*, 12 (3) : 156-163.
- LI (C.S.), 1970. — Some aspects of the conservation of natural enemies of rice - stem borers and the feasibility of harmonizing chemical and biological control of these pests in Australia. *Mushi*, 44 (3), 15-23.
- LI (C.S.), 1972. — Integrated control of the white rice borer, *Tryporyza innotata* (Wlk) in Northern Australia. *Mushi*, 45, Suppl., 1972, Fukuoka.
- NISHIDA (T.) & TORII (T.), 1970. — A handbook of field methods for research on rice stem borers and their natural enemies. *IBP Handbook n° 14*, X + 132 pp., 34 fig., 15 ref., London. *Ent. Biol. Progr.*
- OKAMOTO (D.), 1970. — Granular insecticide application in paddy field. *Japan Pesticide Information*, 2 : 15-18.
- PATHAK (M.D.), 1964. — Recent developments in and future prospects for the chemical control of the rice stem borer at I.R.R.I. Dans *Major Insect Pests of the Rice Plant. Proc. Symp. Intern. Rice Res. Inst. Philippines*, 335-349. (John Hopkins Press, Baltimore, 1967).
- PRAKASARAO (P.S.), RAO (Y.S.), ISRAEL (P.), 1970. — Problems and prospects in the chemical control of rice stem borers. *Oryza*, 7 (2) : 89-102.
- RAO (Y.S.) & ISRAEL (P.), 1964. — Recent developments in and future prospects for the chemical control of the rice stem borer in India. Dans *Major Insect Pests of the Rice Plant. Proc. Symp. Intern. Rice Res. Philippines*, 317-324. (John Hopkins Press, Baltimore, 1967).
- ROTHSCHILD (G.H.L.), 1971. — The biology and ecology of rice stem borers in Sarawak (Malaysian Borneo). *J. Appl. Ecol.*, 8 (2) : 287-322.
- SENGUPTA (G.L.) & ROUT (G.D.), 1957. — Control of rice stem borer with Endrin. *J. Econ. Ent.*, 50 (2), 221.
- YEEN (D.F.) & OOI (W.H.), 1967. — An entomogenous fungus of rice stem borer, *Chilo suppressalis* Wlk. in Taiwan. *Plant. Prot. Bull. Taiwan*, 9 (3/4) : 15-20.